

普通高等教育规划教材

汽车诊断与检测技术

(第二版)

(交通运输、汽车运用技术专业)

张建俊 / 主编



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育规划教材

Qiche Zhenduan Yu Jiance Jishu

汽车诊断与检测技术

第 二 版

(交通运输、汽车运用技术专业)

张建俊 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本教材共分6章,以在用汽车不解体诊断与检测技术为主,分别介绍了概论、汽车诊断与检测技术基础、汽车检测站、发动机的诊断与检测、底盘的诊断与检测、整车的诊断与检测等内容,并贯彻执行了国家和行业标准中有关汽车诊断与检测的技术标准。

本教材重点介绍了发动机、底盘和整车的诊断与检测技术,并介绍了现代检测设备的结构、工作原理和使用方法,突出了新设备、新技术和应用技术,内容上加强了针对性和应用性,力求把传授知识和培养能力有机地结合起来,特别注意了对学生分析问题和解决问题能力的培养。

本教材既有较强的理论性、实践性,又有较强的综合性,可作为普通高等教育、高职、高专教育中交通运输专业、汽车运用工程专业、汽车运用技术专业、汽车检测与维修专业、汽车电子与电器专业、汽车使用与管理专业和相近专业的通用教材,亦可作为汽车制造、汽车营销、汽车运输、汽车维修等企业和汽车检测站中的工程技术人员以及交通运输等部门中相关管理人员的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车诊断与检测技术/张建俊主编.—2版.—北京:
人民交通出版社,2003.7
ISBN 7-114-04680-4

I. 汽… II. 张… III. ①汽车-故障诊断-高等学校:技术学校-教学参考资料②汽车-故障检测-高等学校:技术学校-教学参考资料 IV. U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第035787号

普通高等教育规划教材 汽车诊断与检测技术 第二版

(交通运输、汽车运用技术专业)

张建俊 主编

正文设计:姚亚妮 责任校对:尹 静 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:22.25 字数:554千

1995年12月 第1版

2003年7月 第2版

2004年3月 第2版 第2次印刷 累计第11次印刷

印数:54501-59500册 定价:36.00元

ISBN7-114-04680-4

前 言

本教材第一版,是根据交通部原教育司批准的由高等院校汽车运用工程专业教学指导委员会 1992 年第三次会议确定的教材编写计划编写的,由人民交通出版社 1995 年 12 月第 1 版第 1 次印刷,截止到 2003 年已第 9 次印刷,在高职高专院校和部分本科院校中广泛使用。但是,由于汽车技术不断发展,检测设备不断进步,国家标准和行业标准不断更新,修订本教材出版第二版已势在必行。

在本教材第二版编写过程中,编者根据高等教育的特点,按照教育部的指示精神,理论联系实际,并力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机地结合起来,特别注重了对学生分析问题、解决实际问题和创新能力的培养。

本教材第二版,在第一版的基础上做了较多修改。如:基础理论内容本着必须够用为度的原则做了删简;原“底盘的诊断与检测”,由一章变为“底盘的诊断与检测”和“整车的诊断与检测”两章,突出了整车的诊断与检测;删除了部分陈旧内容和限于篇幅不得不忍痛割爱的内容(如冷却系的诊断与检测、润滑系的诊断),增加了汽车电控部分的诊断与检测,悬架装置的检测,燃料经济性检测,客车防雨密封性检测,侧倾稳定角检测和新仪器、新设备等内容;更新了国家标准和行业标准。

本教材第二版共分 6 章,以在用汽车不解体诊断与检测技术为主,分别介绍了概论、汽车诊断与检测技术基础、汽车检测站、发动机的诊断与检测、底盘的诊断与检测、整车的诊断与检测等内容,同时介绍了现代检测诊断设备的结构、工作原理和使用方法,突出了新仪器、新设备、新技术和应用技术,内容上加强了针对性和应用性,并贯彻执行了国家和行业标准中有关汽车诊断与检测的技术标准。

本教材符合教育部对普通高等教育的要求,可作为普通高等教育、高职、高专教育中交通运输专业、汽车运用工程专业、汽车运用技术专业、汽车检测与维修专业、汽车电子与电器专业、汽车使用与管理专业和相近专业的通用教材,亦可作为汽车制造、汽车营销、汽车运输、汽车维修等企业和汽车检测站中的工程技术人员以及交通运输等部门中相关管理人员的培训教材或参考书。

本教材既有较强的理论性、实践性,又有较强的综合性,内容较多,教学难度较大。使用本教材的院校在教学过程中,可根据具体情况自行取舍教学内容。

本教材由山东交通学院汽车工程系张建俊高级实验师修订。

本教材在修订过程中,参阅了较多国内公开出版、发表的文献和检测设备使用说明书,在此一并致谢。

由于时间仓促和编者水平所限,书中难免有不当甚至谬误之处,恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

2003 年 1 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 汽车诊断与检测技术概述	1
一、术语解释	1
二、诊断与检测的目的	1
三、诊断类型、方法及特点	2
第二节 汽车诊断与检测技术发展概况	2
一、国外发展概况	2
二、国内发展概况	3
三、我国有关规定	3
第二章 汽车诊断与检测技术基础	5
第一节 基础理论	5
一、诊断参数	5
二、诊断标准	8
三、诊断周期	11
第二节 基本知识	13
一、检测系统的基本组成	13
二、智能化检测系统简介	14
三、测量误差和精度简介	17
四、检测设备的使用维护与故障处理	19
第三节 汽车维修企业应配备的检测设备	20
一、一类汽车维修企业应配备的检测设备	20
二、二类汽车维修企业应配备的检测设备	22
三、三类汽车维修业户应配备的检测设备	23
第三章 汽车检测站	24
第一节 检测站概述	24
一、检测站的任务	24
二、检测站的类型	24
三、检测站的组成和工位布置	26
四、各工位设备与检测项目	29
第二节 检测站检测工艺流程	35

一、检测工艺路线	35
二、检测工艺程序	37
第三节 检测线微机控制系统	44
一、微机控制系统的功能和要求	44
二、微机控制系统的组成	44
三、微机控制系统的控制方式	45
四、微机控制系统的使用方法	46
第四节 汽车检测站工艺设计要点	48
一、设计任务书	48
二、设计阶段和设计步骤	48
三、设计依据和指导性文件	50
四、工艺设计要点	51
第四章 发动机的诊断与检测	59
第一节 发动机的主要检测设备	59
一、万用表	59
二、内窥镜	64
三、解码器	67
四、示波器	73
五、发动机综合性能分析仪	75
第二节 发动机功率的检测	80
一、稳态测功和动态测功	80
二、无负荷测功原理	81
三、无负荷测功仪及使用方法	82
四、诊断参数标准	85
五、单缸功率的检测和单缸转速降	86
第三节 气缸密封性的检测	86
一、气缸压缩压力的检测	87
二、曲轴箱漏气量的检测	90
三、气缸漏气量的检测	92
四、气缸漏气率的检测	94
五、进气管真空度的检测	94
第四节 点火系的诊断与检测	97
一、常见故障及诊断方法	97
二、点火波形观测方法	98
三、点火正时的检测	108
第五节 汽油机燃料系的诊断与检测	112
一、传统燃料系常见故障及诊断方法	112
二、汽油泵的检测	119
三、电控燃油喷射系统检测诊断的程序和方法	122
四、电子控制器 ECU 及主要传感器执行器的检测方法	135

五、OBD - II 国际标准	149
第六节 柴油机燃料系的诊断与检测	152
一、常见故障及经验诊断法	152
二、压力波形及针阀升程波形的观测与分析	162
三、供油正时的检测	167
第七节 机油品质的检测与分析	169
一、理化性能指标检测法	170
二、滤纸斑点分析法	171
三、清净性分析法	172
四、介电常数分析法	173
五、光谱分析法	174
六、铁谱分析法	176
七、磁性探测器分析法	178
第八节 发动机异响的诊断	178
一、概述	178
二、常见异响及经验诊断法	180
三、异响波形观测	186
第五章 底盘的诊断与检测	191
第一节 传动系的诊断与检测	191
一、常见故障及经验诊断法	191
二、传动系游动角度的检测	200
三、电控自动变速器检测诊断的程序和方法	204
第二节 转向轴和转向系的诊断与检测	218
一、常见故障及经验诊断法	218
二、车轮定位的检测	224
三、转向盘自由转动量和转向力的检测	236
第三节 车轮平衡度的检测	237
一、车轮不平衡概述	237
二、车轮不平衡检测原理	239
三、离车式车轮动平衡机及使用方法	240
四、就车式车轮动平衡机及使用方法	241
第四节 悬架装置的检测	244
一、悬架装置工作性能的检测	244
二、悬架装置和转向系各部间隙的检测	247
第五节 制动系的诊断与检测	249
一、常见故障及经验诊断法	249
二、ABS 防抱死制动系统检测诊断的程序和方法	257
第六章 整车的诊断与检测	264
第一节 动力性检测	264
一、底盘测功试验台的类型、结构与工作原理	264

二、底盘测功试验台的测功方法	270
三、计算机械传动效率评价传动系技术状况	271
第二节 燃料经济性检测	272
一、车用油耗计及使用方法	272
二、汽车燃料消耗量试验方法	276
第三节 车轮侧滑量检测	277
一、侧滑试验台检测原理	277
二、侧滑试验台结构与工作原理	278
三、侧滑试验台使用方法	282
四、诊断参数标准	282
五、检测后轴技术状况	282
第四节 制动性能检测	283
一、制动距离检测	283
二、制动减速度检测	286
三、制动力检测	288
四、诊断参数标准	294
五、其他制动试验台简介	297
第五节 车速表指示误差检测	299
一、车速表误差的形成与测量原理	299
二、车速表试验台的结构与工作原理	300
三、车速表试验台的使用方法	302
四、诊断参数标准	303
第六节 汽油车排放污染物检测	303
一、不分光红外线分析法的检测原理	304
二、不分光红外线气体分析仪的结构与工作原理	305
三、汽油车怠速污染物检测方法	308
四、诊断参数标准	310
第七节 柴油车自由加速烟度检测	311
一、滤纸式烟度计检测烟度的基本原理	311
二、滤纸式烟度计的结构与工作原理	312
三、柴油车自由加速烟度检测方法	315
四、诊断参数标准	316
第八节 前照灯检测	317
一、汽车灯光光学基础知识	317
二、用屏幕法检测前照灯光束照射位置	318
三、用前照灯检测仪检测发光强度和光轴偏斜量	319
四、诊断参数标准	326
第九节 噪声检测	328
一、噪声概述	328
二、声级计的结构与工作原理	329

三、汽车噪声的检测方法	330
四、诊断参数标准	333
第十节 客车防雨密封性检测	334
一、淋雨设备的组成和工作原理	334
二、淋雨设备性能和参数	334
三、客车防雨密封性试验方法	336
四、客车防雨密封性限值	339
第十一节 侧倾稳定角检测	340
一、侧倾试验台的基本组成	340
二、侧倾试验台的使用方法	340
三、诊断参数标准	345
参考文献	346

第一章 概 论

汽车诊断与检测技术包括汽车诊断技术和汽车检测技术,在国外也统称为汽车诊断技术。本教材所指的诊断技术主要是针对汽车故障而言,检测技术主要是针对汽车使用性能而言。通过对汽车的诊断与检测,可以在不解体情况下判明汽车的技术状况,为汽车继续运行或进厂(场)维修提供可靠依据。

第一节 汽车诊断与检测技术概述

在开始学习本课程时,首先要了解有关术语的解释、诊断与检测的目的、诊断类型、诊断方法及其特点等内容。

一、术 语 解 释

- (1)汽车技术状况 定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。
- (2)汽车故障 汽车部分或完全丧失工作能力的现象。
- (3)故障现象 故障的具体表现。
- (4)汽车检测 确定汽车技术状况或工作能力进行的检查和测量。
- (5)汽车诊断 在不解体(或仅卸下个别小件)条件下,确定汽车技术状况或查明故障部位、原因进行的检测、分析与判断。
- (6)诊断参数 供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的参数。
- (7)诊断周期 汽车诊断的间隔期。
- (8)诊断标准 对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定。
- (9)汽车检测站 从事汽车检测的事业性或企业性机构。
- (10)汽车诊断站 从事汽车诊断的企业性机构。

二、诊断与检测的目的

1. 安全环保检测

对汽车实行定期和不定期安全环保检测,目的是在不解体情况下,建立安全和排放公害监控体系,确保运行车辆具有符合要求的外观容貌、良好的安全性能和规定范围内的环境污染,在安全、高效下运行。

2. 综合性能检测

对汽车实行定期和不定期综合性能检测,目的是在不解体情况下,对运行车辆确定其工作能力和技术状况,查明故障或隐患的部位和原因;对维修车辆实行质量监督,建立质量监控体系,确保车辆在安全性、可靠性、动力性、经济性、噪声和废气排放状况等方面具有良好的技术状况,以创造更大的经济效益和社会效益。同时,对车辆实行定期综合性能检测,又是实行“视情修理”修理制度的前提和保障。“视情修理”和旧制度“计划修理”相比,既不会提前修理造成

浪费,也不会滞后修理造成车况恶化。“视情修理”是以检测诊断和技术鉴定为依据的。没有科学、可靠的依据,就无法确定汽车是继续运行还是进厂修理,更无法视情确定修理范围和深度。

三、诊断类型、方法及特点

汽车经过长期使用后,随着行驶里程增加,技术状况将逐渐变坏,出现动力性下降、经济性变差、排气污染增加、可靠性降低和故障率升高等现象。汽车的这一变化过程是必然的,是符合发展规律的。但是,如能按一定周期诊断出汽车的技术状况,并采取相应的维护和修理措施,就可以延长汽车的使用寿命。

汽车技术状况的诊断是由检查、测试、分析、判断等一系列活动完成的,其基本方法主要分为两种:一种是传统的人工经验诊断法;另一种是现代仪器设备诊断法。

(1) 人工经验诊断法 是诊断人员凭借丰富的实践经验和一定的理论知识,在汽车不解体或局部解体情况下,借助简单工具,用眼看、耳听、手摸、鼻子闻等手段,边检查、边试验、边分析,进而对汽车技术状况作出判断的一种方法。这种诊断方法具有不需要专用检测设备、可随时随地应用和投资少、见效快等优点。但是,也有诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析和需要诊断人员有较高技术水平等缺点。人工经验诊断法多适应于中、小维修企业和汽车队。该方法虽然有一定缺点,但在相当长的时期内仍有十分重要的实用价值。即使普遍使用了现代仪器设备诊断法,也不能完全脱离人工经验诊断法。即使是专家诊断系统,也是把人脑的分析、判断,通过计算机语言变成了微机的分析、判断。所以,不能鄙薄人工经验诊断法,本教材将作为重要内容之一讲授。

(2) 现代仪器设备诊断法 是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断法。该法可在不解体情况下,用现代仪器设备检测汽车、总成和机构的诊断参数,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据。采用微机控制的仪器设备甚至能自动分析、判断、存贮并打印汽车的技术状况。现代仪器设备诊断法的优点是检测速度快、准确性高,能定量分析;缺点是投资大、占用厂房,操作人员需要培训等。该诊断法适用汽车检测站、大型维修企业和特约维修服务站等,是汽车诊断与检测技术的发展方向。

第二节 汽车诊断与检测技术发展概况

汽车诊断与检测技术是随着汽车的发展从无到有逐渐发展起来的一门应用技术。

一、国外发展概况

国外一些发达国家,早在 20 世纪 40~50 年代就研制成功一些功能单一的检测或诊断设备,发展成为以故障诊断和性能调试为主的单项检测诊断技术。进入 20 世纪 60 年代后,检测设备应用技术获得较大发展,设备使用率大大增加,逐渐将单项检测诊断技术联线建站(出现汽车检测站),成为既能进行维修诊断,又能进行安全环保检测的综合检测技术。随着微机的发展,不仅单个检测设备实现了微机控制,而且于 20 世纪 70 年代初出现了检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果自动存储并打印的现代综合检测技术,其检测效率极高。进入 20 世纪 80 年代后,一些先进国家的现代检测诊断技术已达到广泛应用的阶段,不仅社会上的汽车检测站众多,而且汽车制造厂装配线终端和汽车维修企业内部也都建有汽

车检测线,给交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本和提高运力等方面,带来了明显的社会效益和经济效益。

二、国内发展概况

我国的现代仪器设备诊断法起步较晚。在 20 世纪 60~70 年代,国家有关部门虽然也从国外引进过少量检测设备,国内不少科研单位和企业对检测设备也组织过研制,但由于种种原因,该项技术一直发展缓慢。跨入 20 世纪 80 年代以后,随着国民经济的发展,特别是随着汽车制造业、公路交通运输业的发展和进口车辆增多,我国的机动车保有量迅速增加。车辆增加必然带来一系列社会问题,如何保证这些车辆安全运行和降低社会公害,逐渐提到政府有关部门的议事日程上来,因而促进了汽车诊断与检测技术的发展,使之成为国家“六五”期间重点推广的项目,并视为推进汽车维修现代化管理的一项重要技术措施。交通部门自 1980 年开始,有计划地在全国公路运输系统筹建汽车综合性能检测站,取得了很大成绩。公安部门在全国的中等以上城市中,也建成了许多安全性能检测站。到 20 世纪 90 年代初,除交通、公安两部门外,机械、石油、冶金、煤炭、林业和外贸等系统和部分大专院校,也建成了相当数量的汽车检测站。进入 21 世纪以后,交通、公安两部门的汽车检测站,已建至县市级城市。可以说,我国已基本形成了全国性的汽车检测网,汽车诊断与检测技术已初具规模。不仅如此,全国各地的汽车维修企业使用的检测诊断设备,也日益增多。

可以预见,随着公路交通运输企业、汽车维修企业、汽车制造企业和整个国民经济的发展,我国的汽车诊断与检测技术,在 21 世纪必将获得进一步发展,而且会取得更加明显的经济效益和社会效益。

三、我国有关规定

我国交通部在 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》、28 号部令《汽车维修质量管理办法》和 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》中,对汽车诊断与检测技术、汽车检测制度、汽车检测诊断设备和汽车综合性能检测站等均有明确规定,现将有关条款节录如下:

(1) 车辆技术管理应坚持预防为主和技术与经济相结合的原则,对运输车辆实行“择优选配、正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、合理改造、适时更新和报废”的全过程综合性管理。

(2) 车辆技术管理应依靠科技进步,采取现代化管理方法,建立车辆质量监控体系,推广检测诊断和微机应用等先进技术。

(3) 车辆检测诊断技术是检查、鉴定车辆技术状况和维修质量的重要手段,是促进维修技术发展、实现视情修理的重要保证,各地交通运输管理部门和运输单位应积极组织推广检测诊断技术。

(4) 检测诊断设备应能满足车辆在不解体情况下确定其工作能力和技术状况,以及查明故障或隐患的部位和原因。检测诊断的主要内容包括:汽车的安全性(制动、侧滑、转向、前照灯等)、可靠性(异响、磨损、变形、裂纹等)、动力性(车速、加速能力、底盘输出功率;发动机功率、转矩和供给系、点火系状况等)、经济性(燃油消耗)及噪声和废气排放状况等。

(5) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应建立运输业车辆检测制度。根据车辆从事运输的性质、使用条件和强度以及车辆老旧程度等,进行定期或不定期检测,确保车辆技术状况良好,

并对维修车辆实行质量监控。

(6) 建设汽车综合性能检测站是加强车辆技术管理的重要措施。各省、自治区、直辖市交通厅(局)是汽车综合性能检测站的主管部门,负责规划、管理和监督。

(7) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应对汽车综合性能检测站进行认定。经认定的检测站可代表交通运输管理部门对车辆行使质量监控。

(8) 汽车综合性能检测站经认定后,交通运输管理部门应组织对运输和维修车辆进行检测。

(9) 经认定的汽车综合性能检测站在车辆检测后,应发给检测结果证明,作为交通运输管理部门发放或吊扣营运证依据之一和确定维修单位车辆维修质量的凭证。

(10) 车辆二级维护前应进行检测诊断和技术评定,根据结果确定附加作业或修理项目,结合二级维护一并进行。

(11) 车辆修理应贯彻视情修理的原则,即根据车辆检测诊断和技术鉴定的结果,视情按不同作业范围和深度进行。既要防止拖延修理造成车况恶化,又要防止提前修理造成浪费。

(12) 各级汽车维修行业管理部门应建立健全汽车维修质量监督检验体系,实行分组管理。建立汽车维修质量监督检测站(中心),为汽车维修质量监督和汽车维修质量纠纷的调解或仲裁提供检测依据。汽车维修质量监督检测站必须是经当地交通主管部门会同技术监督部门认定后颁发了《检测许可证》的汽车综合性能检测站。

(13) 各级汽车维修行业管理部门应制定并认真执行汽车维修质量检验制度,对维修车辆实行定期或不定期的质量检测,并将检测结果作为评定维修业户维修质量和年审《技术合格证》的主要依据之一。

(14) 检测站应根据国家和行业标准进行检测,确保检测质量。未制定国家、行业标准的项目,可根据地方标准进行检测;没有国家、行业、地方标准的项目,可根据委托单位提供的资料进行检测。

(15) 检测站使用的计量检测设备应按技术监督部门的有关规定,组织周期检定,保证检测结果准确可靠。

(16) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)可指定一个 A 级站作为本地区的中心站,直接管理。该中心站应经交通部汽车维修设备质量监督检验测试中心的认定,并接受其业务指导;认定后的中心站可对本地区其他各级检测站进行业务指导。

(17) 对不严格执行检测标准、弄虚作假、滥用职权、徇私舞弊的检测站,交通厅(局)或其授权的当地交通运输管理部门,可根据《道路运输违章处罚规定(试行)》的有关规定处理。

第二章 汽车诊断与检测技术基础

从事汽车诊断与检测技术工作,不仅要有完善的检测手段和分析、判断的方法,而且要有正确的理论指导和必备的基本知识。

第一节 基础理论

诊断参数、诊断标准、诊断周期是从事汽车诊断与检测技术工作,必须掌握的基础理论。

一、诊断参数

1. 诊断参数概述

参数,是表明某一种重要性质的量。诊断参数,是供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的量。有些结构参数(如磨损量、间隙量等)可以表征技术状况,但在不解体情况下,直接测量汽车、总成和机构的结构参数往往受到限制。如气缸间隙、气缸磨损量、曲轴和凸轮轴各轴承间隙、曲轴和凸轮轴各道轴颈磨损量、各齿轮间隙及磨损量、各轴向间隙及磨损量等,都无法在不解体情况下直接测量。因此,在检测诊断汽车技术状况时,需要采用一种与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标(量),该间接指标(量)称为诊断参数。可以看出,诊断参数既与结构参数紧密相关,又能够反映汽车的技术状况,是一些可测的物理量和化学量。

汽车诊断参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

(1) 工作过程参数 该参数是汽车、总成、机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。例如,发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃料消耗量、制动距离或制动力或制动减速度、滑行距离等,往往能表征诊断对象总的技术状况,适合于总体诊断。例如,通过检测得知底盘输出功率符合要求,这说明汽车动力性符合要求,也说明发动机技术状况和传动系技术状况均符合要求;反之,通过检测得知底盘输出功率不符合要求,说明汽车动力性不符合要求,也说明发动机输出功率不足或传动系损失功率太大。因此,可从整体上确定汽车和总成的技术状况。

汽车不工作时,工作过程参数无法测得。

(2) 伴随过程参数 该参数是伴随汽车、总成、机构工作过程输出的一些可测量。例如,工作过程中出现的振动、噪声、异响、过热等,可提供诊断对象的局部信息,常用于复杂系统的深入诊断。

汽车不工作(过热除外)时,伴随过程参数无法测得。

(3) 几何尺寸参数 该参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如,配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等,都可以作为诊断参数来使用。它们提供的信息量虽然有限,但却能表征诊断对象的具体状态。

汽车常用诊断参数如表 2-1 所列。

汽车常用诊断参数

表 2-1

诊断对象	诊断参数	诊断对象	诊断参数
汽车整体	最高车速(km/h) 加速时间(s) 最大爬坡度($^{\circ}$), (%) 驱动车轮输出功率(kW) 驱动车轮驱动力(kN) 汽车燃料消耗量(L/km, L/100km, km/L) 汽车侧倾稳定角($^{\circ}$) 汽车排放 CO 容积百分数(%) 汽车排放 HC 容积百万分数(10^{-6}) 汽车排放 NO _x 容积百分数(%) 汽车排放 CO ₂ 容积百分数(%) 汽车排放 O ₂ 容积百分数(%) 柴油车 柴油车自由加速烟度(Rb)	发动机总成	额定转速(r/min) 怠速转速(r/min) 发动机功率(kW) 发动机燃料消耗量(L/h) 单缸断火(油)转速平均下降值(r/min) 排气温度($^{\circ}$ C)
		曲柄连杆机构	气缸压力(MPa) 气缸漏气量(kPa) 气缸漏气率(%) 曲轴箱窜气量(L/min) 进气管真空度(kPa)
		配气机构	气门间隙(mm) 配气相位($^{\circ}$)
		点火系	断电器触点间隙(mm) 断电器触点闭合角($^{\circ}$) 点火波形重叠角($^{\circ}$) 点火提前角($^{\circ}$) 火花塞间隙(mm) 各缸点火电压值(kV) 各缸点火电压短路值(kV) 点火系最高电压值(kV) 火花塞加速特性值(kV)
汽油机供油系	空燃比 汽油泵出口关闭压力(kPa) 供油系供油压力(kPa) 喷油器喷油压力(kPa) 喷油器喷油量(mL) 喷油器喷油不均匀度(%)	冷却系	冷却液温度($^{\circ}$ C) 冷却液液面高度 风扇传动带张力(kN) 风扇离合器接合、断开时的温度($^{\circ}$ C)
柴油机供给系	输油泵输油压力(kPa) 喷油泵高压油管最高压力(kPa) 油泵高压油管残余压力(kPa) 喷油器针阀开启压力(kPa) 喷油器针阀关闭压力(kPa) 喷油器针阀行程(mm) 各缸喷油器喷油量(mL) 各缸喷油器喷油不均匀度(%) 供油提前角($^{\circ}$) 喷油提前角($^{\circ}$)	润滑系	机油压力(kPa) 机油池液面高度 机油温度($^{\circ}$ C) 机油消耗量(kg, L) 理化性能指标变化量 清净性系数 K 的变化量 介电常数的变化量 金属微粒的容积百分数(%)
		转向桥与转向系	车轮侧滑量(m/km) 车轮前束值(mm) 车轮外倾角($^{\circ}$) 主销后倾角($^{\circ}$) 主销内倾角($^{\circ}$) 转向轮最大转向角($^{\circ}$) 最小转弯直径(m) 转向盘自由转动量($^{\circ}$) 转向盘最大转向力(N)
传动系	传动系游动角度($^{\circ}$) 传动系功率损失(kW) 机械传动效率 总成工作温度($^{\circ}$ C)	制动系	驻车制动力(N) 制动时间(s) 制动协调时间(s) 制动完全施放时间(s)
制动系	制动距离(mm) 充分发出的平均减速度(m/s ²) 制动力(N) 制动拖滞力(N)	其他	前照灯发光强度(cd) 前照灯光束照射位置(mm) 车速表允许误差范围(%) 喇叭声级(dB) 客车间内噪声级(dB) 驾驶员耳旁噪声级(dB)
行驶系	车轮静不平衡量(g) 车轮动不平衡量(g) 车轮端面圆跳动量(mm) 车轮径向圆跳动量(mm) 轮胎胎面花纹深度(mm)		

2. 诊断参数的选择原则

在汽车的使用过程中,诊断参数的变化规律与汽车技术状况变化规律之间有一定的关系。能够表征汽车技术状况的参数有很多,为了保证诊断结果的可信性和准确性,应该选择那些符合下列要求或具有下列特性的诊断参数。选用原则如下:

(1) 灵敏性 灵敏性亦称为灵敏度,是指诊断对象的技术状况在从正常状态到进入故障状态之前的整个使用期内,诊断参数相对于技术状况参数的变化率。用下式表示:

$$K_r = \frac{dP}{du}$$

式中: K_r ——诊断参数的灵敏性;

du ——汽车技术状况参数的微小增量;

dP ——汽车诊断参数 P 相对于 du 的增量。

可以看出, K_r 值越大,表明诊断参数的灵敏性越好。选用灵敏性高的诊断参数诊断汽车的技术状况时,可使诊断的可靠性提高。图 2-1 中的 $\Delta P/\Delta u$ 是表示诊断参数 P_2 的灵敏性。

(2) 单值性 单值性是指汽车技术状况参数从开始值 u_f 变化到终了值 u_i 的范围内,诊断参数的变化不应出现极值,即不应出现 $dP/du = 0$ 的值。否则,同一诊断参数将对应两个不同的技术状况参数,给诊断技术状况带来困难。所以,具有非单值的诊断参数没有实际意义,如图 2-1 中的 P_3 所示。

(3) 稳定性 稳定性是指在相同的测试条件下,多次测得同一诊断参数的测量值,具有良好的一致性(重复性)。诊断参数的稳定性越好,其测量值的离散度(或方差)越小。因此,诊断参数的稳定性可用均方差衡量:

$$\sigma_{P(u)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [P_i(u) - \bar{P}(u)]^2}{n-1}}$$

式中: $\sigma_{P(u)}$ ——汽车技术状况为 u 状态下诊断参数测量值的均方差;

$\bar{P}_i(u)$ ——汽车技术状况为 u 状态下诊断参数的测量值;

$P(u)$ ——上述状态下诊断参数测量值的平均值;

n ——测量次数。

诊断参数的稳定性如图 2-1 中的 P_1 所示。均方差越小,诊断参数的稳定性越好。稳定性不好的诊断参数,其灵敏性也降低。诊断参数的实际灵敏性可用下式计算:

$$K_r' = \frac{K_r}{\sigma_p}$$

式中: K_r' ——诊断参数的实际灵敏性;

K_r ——诊断参数的灵敏性;

σ_p ——诊断参数测量值的均方差。

可以看出, K_r' 与 σ_p 成反比,即 σ_p 越大(稳定性越差),实际灵敏性 K_r' 越小。

(4) 信息性 信息性是指诊断参数对汽车技术状况具有的表征性。表征性好的诊断参数,能表明、揭示汽车技术状况的特征和现象,反映汽车技术状况的全部信息。所以,诊断参数

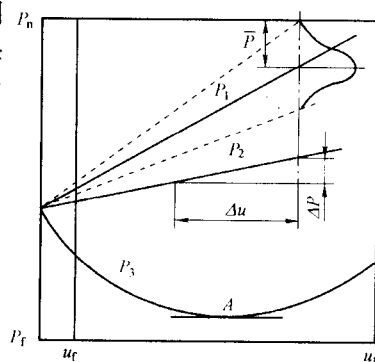


图 2-1 汽车诊断参数随技术状况参数的变化规律

$\bar{P}$ —评价稳定性诊断参数 P_1 的数学期望;
 $\Delta P/\Delta u$ —稳定性诊断参数 P_2 的变化率;
 A —评价非单值诊断参数 P_3 在 $u_f \sim u_i$ 范围内的极值;
 $u_f \sim u_i$ —汽车技术状况参数的变化范围;
 $P_f \sim P_n$ —汽车诊断参数的变化范围

的信息性越好,包含汽车技术状况的信息量越高,得出的诊断结论越可靠。如图 2-2 所示,如果以 $f_1(P)$ 表示无故障诊断参数的分布函数,以 $f_2(P)$ 表示有故障诊断参数的分布函数,则 $f_1(P)$ 和 $f_2(P)$ 两分布曲线重叠区域越小,诊断参数的信息性越强,诊断结论的正确性越大。由图可见,图 2-2a) 所示诊断参数 P 的信息性最好;图 2-2b) 所示诊断参数 P' 的信息性次之;图 2-2c) 所示诊断参数 P'' 的信息性最差。这是对诊断参数信息性的定性分析。如对诊断参数的信息性进行定量分析,必须计算出两分布曲线重叠区域面积的大小,从而得出诊断失误的概率。如果显示无故障诊断参数 P_1 的平均值与显示有故障诊断参数 P_2 的平均值之差越大,或这两种诊断参数的离散度越小,则诊断失误的概率就越小,即诊断参数的信息性就越好。因此,诊断参数的信息性,可用下式表示:

$$I(P) = \frac{|\bar{P}_1 - \bar{P}_2|}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

式中: $I(P)$ ——诊断参数 P 的信息性;

$\bar{P}_1$ ——显示无故障诊断参数 P_1 的平均值;

$\bar{P}_2$ ——显示有故障诊断参数 P_2 的平均值;

σ_1 —— P_1 的均方差;

σ_2 —— P_2 的均方差。

$I(P)$ 值越大,诊断参数的信息性越好,诊断结果越正确。

(5) 经济性 经济性是指获得诊断参数的测量值所需要的诊断作业费用的多少,包括人员、工时、场地、设备和能源消耗等项费用。经济性高的诊断参数,所需要的诊断作业费用低。如果诊断作业费用很高,这种诊断参数是不可取的,它没有经济意义。

3. 诊断参数与测量条件、测量方法的关系

不同的测量条件和不同的测量方法,可以测得不同的诊断参数值。测量条件中,一般有温度条件、速度条件、负荷条件等。多数诊断参数的测得需要汽车运行至正常工作温度,只有少数诊断参数可在冷温下进行。除了温度条件外,速度条件和负荷条件也很重要。如发动机功率的检测,需在一定的转速和节气门开度下进行;汽车制动距离的检测,需在一定的制动初速度和载荷(空载或满载)下进行。对诊断参数的测量方法也有规定,如汽油车排放污染物的测量,采用怠速法,规定各排气组分均应采用不分光红外线吸收型(NDIR)监测仪进行;柴油车自由加速烟度的测量,采用滤纸烟度法,规定采用滤纸式烟度计进行等。没有规范的测量条件和测量方法,无法统一尺度,因而测得的诊断参数值也就无法评价汽车的技术状况。所以,要把诊断参数及其测量条件、测量方法看成是一个不可分割的整体。

二、诊断标准

诊断标准是汽车技术标准中的一部分。诊断标准是对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定,而诊断参数标准仅是对诊断参数限值的统一规定,有时也简称为诊断标准。诊断标准中包括诊断参数标准。

1. 诊断标准的类型

汽车诊断标准与其他技术标准一样,分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准 4 种类型。

(1) 国家标准 国家标准是国家制定的标准,冠以中华人民共和国国家标准字样。国家

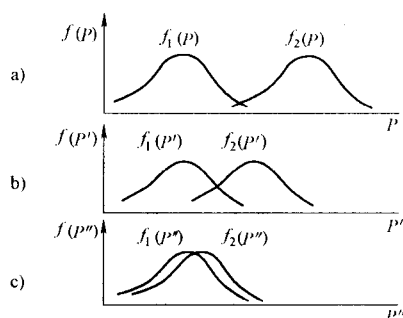


图 2-2 诊断参数的信息性

a) 信息性强; b) 信息性弱; c) 信息性差